

.....

AUTOMATIZACIÓN DE PARQUEADEROS

RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DE PLACAS DE AUTOMÓVILES



RESUMEN

En este trabajo se presenta una metodología que permite, mediante el procesamiento de una imagen digital tomada a un automóvil, realizar el reconocimiento de los seis caracteres principales contenidos en su placa. La tarea consiste en transformar una imagen o conjunto de valores de intensidad que no le aportan ninguna información explícita al computador, en una secuencia de caracteres ASCII, que pueden ser manipulados mediante bases de datos en procesos de verificación, comparación e identificación. La investigación se desarrolló considerando una aplicación particular como es el control de acceso a un parqueadero.

PALABRAS CLAVES

Reconocimiento de patrones, segmentación, redes neuronales, procesamiento de imágenes.

ABSTRACT

In this work a methodology to recognize through digital imagen processing techniques a license plate has been developed. The license plate taken from a vehicle includes the six main characters (numbers and letters).

• **PAOLA FERNANDA GUZMÁN CASTILLO.**
Ing. Electrónica UIS.
Universidad Industrial de Santander. Colombia.

• **JORGE ALBERTO MEDINA VILLALOBOS.** Ing. Electrónico UIS.
Universidad Industrial de Santander. Colombia.

• **OSCAR GUALDRÓN GONZÁLEZ,**
Ph.D.
Profesor, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones Universidad Industrial de Santander. Colombia.

* Recibido : Diciembre 2002
* Aceptado: Septiembre 2003

The input image (a set of intensity values that do not supply any explicit information to the computer), is converted into a sequence of six ascii characters, that can be manipulated through databases in different processes, such as verification, comparison and identification. It can be applied for automatic access control of a parking lot.

KEYWORDS:

Pattern recognition, character recognition, neural networks, segmentation.

1. INTRODUCCIÓN

Como respuesta al constante incremento de la congestión vehicular en el mundo, se han propuesto diversas iniciativas para realizar un efectivo control de éstas.

Sistemas de manejo inteligente del transporte que incluyen grabación y análisis de video, están siendo aplicados para regular los problemas existentes, como lo son: el exceso de velocidad, la desobediencia a los semáforos, el uso indebido de vías y la seguridad en parqueaderos. [5] y [6].

La tarea consiste en convertir una imagen o conjunto de valores de intensidad que no le aportan ninguna información por sí solos al computador, en una secuencia de caracteres ASCII, que pueden ser manipulados mediante bases de datos en procesos de verificación, comparación e identificación.

Se busca tener una aproximación, tolerante a situaciones de bajo contraste producido por polvo o por las condiciones de iluminación de la placa, que permita reconocer sus caracteres en un tiempo razonable y con un buen porcentaje de éxito.

2. PREPROCESAMIENTO

Una vez obtenidas las imágenes, registradas bajo las condiciones de trabajo (entrada a un parqueadero), las cuales comprenden, iluminación natural, distancia controlada de la cámara al vehículo, altura y ángulo de inclinación de la cámara apropiados para lograr una toma frontal aproximada, se procedió a la adaptación de estas para su procesamiento.

Al evaluar detenidamente las imágenes, se observó que la ROI (Region of Interest) es decir la placa, nunca aparecía en los extremos de la imagen; por el contrario, parecía encontrarse dentro de una región centrada dentro de las mismas. Aprovechando este hecho, se eliminó la zona periférica de las imágenes registradas. Este recorte se realizó teniendo en cuenta el análisis estadístico de una muestra representativa de imágenes, de las cuales se extrajo información correspondiente al tamaño, dimensión y localización de

la placa.

3. SEGMENTACION

El objetivo al segmentar una imagen es encontrar y extraer las zonas u objetos de interés particular que se puedan encontrar dentro de una escena. La idea es decidir por medio de algún criterio cuáles píxeles de la imagen pertenecen al objeto o área de interés, en este caso la placa.

Debido a la importancia que esta etapa representa para el proceso global, se requiere un algoritmo eficaz y robusto. Para tal fin, se desarrolló un algoritmo que enlazó y complementó un método de segmentación por detección de bordes y otro por detección de color.

3.1. Segmentación por detección de bordes

Se basó en la existencia masiva de bordes verticales en la zona de la placa y en la ausencia o menor presencia en el resto de la escena[2]. Se evaluaron diferentes filtros para detección de bordes y finalmente se decidió utilizar un filtro diferencial tipo Sobel. Se utilizó el operador de Sobel vertical sobre la imagen recortada y convertida a niveles de gris. De este proceso se obtuvo una imagen en grises que posteriormente fue binarizada. [Figura 1.A].

Con el fin de unir todos aquellos bordes cercanos que demarcaban los caracteres se aplicaron algunas operaciones básicas de morfología como dilatación, erosión y relleno de huecos, [Figura 1.B]. Estas operaciones morfológicas crean regiones conexas dentro de la imagen; estas regiones se evalúan según los criterios de selección (área, dimensiones, relación entre alto y ancho). Si se encuentra algún objeto que cumpla con todos estos requisitos se crea la máscara que nos permitirá recuperar la información partiendo de la imagen preprocesada, de lo contrario, el programa recurre al método alternativo, [Figura 1.C y 1.D.].

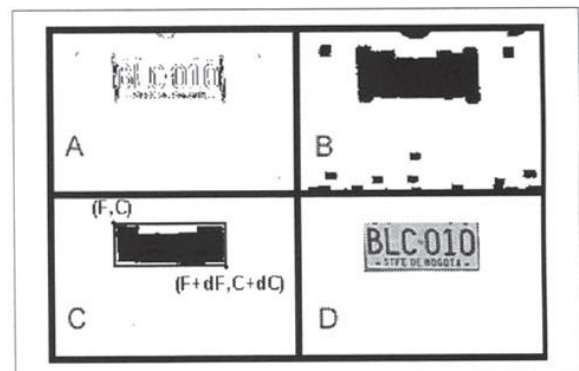


Figura 1: Proceso de segmentación de la placa por detección de bordes

3.2. Segmentación por detección de color

Se evaluaron varias alternativas para la representación del color con el fin de encontrar una que permitiese segmentar los píxeles que presentaran información correspondiente al color de la placa. Se escogió finalmente un modelo de visión basado en la Teoría de los Colores Oponentes de Hering.

Una vez obtenidas las componentes de Hering [Figura 2.A.], se procedió a separar la información correspondiente al color amarillo (que para el caso de nuestro país es el color que identifica las placas de carros particulares). Posteriormente se encuentra un umbral de binarización que nos permite crear una máscara con el conjunto de píxeles que poseen una intensidad mayor a dicho umbral. Sin embargo, una vez más, se encontró que en algunas imágenes se hacía presente más de un objeto que cumplía con las características buscadas; este inconveniente fue solucionado estableciendo ciertas condiciones de selección del área [Figura 2.B.]

Una vez elegida la región, se ubican sus puntos extremos y se hace la aproximación a un rectángulo que se espera contenga la totalidad de la placa.



Figura 2: Proceso de segmentación de la placa por detección de color

4. SEGMENTACIÓN DE CARACTERES

Esta etapa del proceso es tal vez, la de mayor importancia, ya que una segmentación adecuada de los caracteres facilitará su posterior reconocimiento. Una vez se ha obtenido la máscara, se recupera la información de la placa contenida en la imagen de niveles de gris. De esta forma, se evita la pérdida de información consecuencia del proceso de segmentación de la placa.

Se binariza la imagen nuevamente y se procede a la aplicación de los procesos morfológicos buscando la máxima eliminación de ruido. La selección de los caracteres se realizó con base en el área de los elementos presentes en la imagen después de haber realizado el procesamiento anterior.

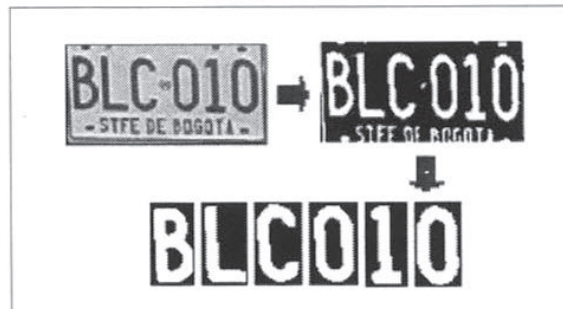


Figura 3. Recuperación de la imagen en niveles de gris, binarización, eliminación de ruido y recorte

5. RECONOCIMIENTO DE CARACTERES

Una vez finalizada la segmentación tanto de la placa como de los caracteres, se procede al procesamiento de cada uno de ellos por separado. Cada uno fue transformado en una imagen binaria de un tamaño estandarizado, garantizando con ello que los criterios de clasificación logran ser invariantes.

Aunque en la mayoría de los casos se consiguió separar los caracteres sin alterar su apariencia de manera significativa, (ver figura 3), en otros casos esta tarea fue un poco más complicada, debido a la presencia de elementos externos como tornillos e impurezas, que se pueden hallar adheridos a alguno de ellos, alterando su estructura y por tanto dificultando su posterior clasificación.

5.1 Esquema general de clasificación

Considerando las ventajas que ofrece el uso de redes neuronales en la solución de problemas de clasificación y reconocimiento de patrones y motivados por la necesidad de desarrollar una metodología robusta, confiable que pueda ofrecer un cierto grado de flexibilidad; se decidió adoptar su uso como herramienta, para efectuar la clasificación de los caracteres alfanuméricos de las placas [1]. En primer lugar se decidió suministrar como entradas a la red, la combinación de diversos parámetros o identificadores del carácter, que en mayor o menor medida aportan información útil al momento de diferenciarlos unos de otros, se emplearon descriptores de región tales como el número de Euler y de representación como los descriptores de Fourier, el área y el centro de masa. Se buscó reducir al máximo la cantidad de patrones suministrados a la red, a la vez que se usaron técnicas de validación y parada anticipada en la etapa de entrenamiento.

El problema de clasificación fue dividido en dos partes. Por un lado, se encuentra la clasificación de las letras y

por otro la de los números, es decir en total se entrenaron 36 redes, 26 para las letras y 10 para los números, buscando de esta manera hacer el proceso más simple y reducir la posibilidad de error.

5.2 Arquitectura y entrenamiento de la Red Neuronal.

Después de obtener los parámetros que fueron usados como entradas, se abordó el entrenamiento de cada red neuronal. [3] Se emplearon perceptrones multicapa, con una capa oculta de 15 neuronas; y una neurona en la capa de salida.

Para la validación se empleó un 10% del total de los casos y para el entrenamiento un 70%. El 20% restante fue empleado en la etapa de prueba.

5.3 Clasificación.

Una vez entrenadas las redes se definió el criterio de decisión que se tendría para manejar las salidas obtenidas. Si el carácter presentado a una red coincide con el asociado a esta, el valor esperado a su salida debe estar por encima de un umbral de aceptación. De lo contrario debe ser un valor muy bajo.

De cada carácter se extraen los parámetros para formar el vector de entrada, el cual es presentado a las diferentes redes. Cada red entrega un valor de salida; estos valores son ubicados en un vector donde el primer elemento expresa la similitud con la letra A, el segundo con la B y así sucesivamente hasta la Z; un esquema similar se usa para los números.

De esta manera y estableciendo como criterio de selección el mayor valor de salida de red, se pudo clasificar cada carácter. Es decir, si el carácter es una B, se debe esperar que la salida dada por la red B sea la de mayor valor; así una vez formado el vector de salidas simplemente se realiza el cálculo de la posición en la que se encuentra su máximo valor.

Este procedimiento es realizado para cada uno de los caracteres de manera independiente formándose al final un vector de seis elementos donde los tres primeros tienen una representación en el vector básico de letras y los restantes la tienen en el vector básico de números. El vector básico de letras no es otra cosa más que un vector de caracteres que contiene las veintiséis letras ordenadas alfabéticamente, al igual que el vector básico de números que contiene los números de 0 a 9 en su respectivo orden.

6. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

30

Un aspecto importante que se debe tener en cuenta al efectuar cualquier trabajo de investigación o desarrollo, es la presentación de resultados que permitan de una manera cuantitativa medir la calidad, eficiencia y robustez de la metodología planteada. Con este fin se

usaron imágenes provenientes de un total de 207 automóviles. Buscando identificar las falencias del sistema y para determinar en cual fase presenta mayor vulnerabilidad, se realizaron pruebas una vez finalizada cada una de las etapas principales (segmentación de la placa, separación de caracteres, reconocimiento de caracteres). Ver figura 4.



Figura 4: Placas segmentadas representativas de su valoración. (Buena, regular y defectuosa)

Se encontró que en el proceso de segmentación de la placa, se pueden valorar como imágenes bien segmentadas un 97.1%, el porcentaje restante corresponde a un 2.42% para imágenes regulares y un 0.48% de placas mal segmentadas que corresponde a 1 placa.



Figura 5: Caracteres segmentados representativos de su valoración. (Buena, regular y defectuosa)

En cuanto a la segmentación de los caracteres se encontró que el 90.82% fueron segmentados totalmente bien, un 6.28% se consideraron como aceptables y el 2.9% restante deficientes. En la figura 5 se presenta un ejemplo de la segmentación descrita. Finalmente, en la etapa de reconocimiento de caracteres se consideraron correctamente reconocidas las placas en las cuales los 6 caracteres se identificaron correctamente. Bajo esa consideración, de 207 placas un 90.34% fueron reconocidas correctamente.

7. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del trabajo se identificaron los factores preponderantes involucrados en el diseño de cada una de las etapas del proceso como: las condiciones de adquisición, las ventajas de la segmentación de la región de la placa, la influencia del ruido en la separación de los caracteres y la extracción de características para su posterior clasificación y reconocimiento.

Una de las características más notables del trabajo desarrollado, se encuentra relacionada con el corto tiempo empleado en el procesamiento el cual oscila entre 3-3.5 segundos, tiempo que podría reducirse si se optimiza el código.

Es importante resaltar que los resultados obtenidos, presentan un porcentaje de error bajo, teniendo en cuenta que la base de imágenes con la que se probó es bastante amplia y que las condiciones bajo las cuales se realizó la adquisición de las imágenes, son muy cercanas a las que se pueden manejar en una aplicación real.

El algoritmo desarrollado para la segmentación de la placa, el cual es una combinación de uno basado en la detección de bordes y otro fundamentado en la teoría de colores oponentes, ofrece cierto grado de robustez respecto a la iluminación requerida por el sistema ya que según las pruebas preliminares realizadas la placa logra ser ubicada en condiciones adversas (iluminación pobre o durante la noche). Los resultados obtenidos en esta etapa son bastante satisfactorios comparados con otras metodologías encontradas dentro de la literatura consultada. [4].

Según la pruebas efectuadas se concluye: que la etapa del proceso que presenta mayor vulnerabilidad es la correspondiente a la segmentación de los caracteres, debido a las distintas anomalías físicas causadas por el deterioro de las placas.

Entre los trabajos futuros se incluyen el mejoramiento de la segmentación, la optimización del código y el registro nocturno de imágenes.

8. REFERENCIAS

- [1] BISHOP, Christopher M. "Neural Networks for pattern Recognition". Institute for Adaptive and Neural Computation. Division of Informatics Edinburgh University. Published by Oxford University Press, 1995.
- [2] CANNY, A. "A Computational approach to edge detection". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 8:769 - 698.
- [3] HAYKIN, S. "Neural Networks". Editorial Prentice Hall. Segunda Edición.
- [4] SHOKRI, G. CLIFTON, L. AND S. LACHOWICZ. "Automatic Car Registration Plate Recognition Using Fast Hough Transform". School of Engineering Edith Cowan University, Perth Western Australia, IEEE 1997.
- [5] TINDALL, D.W. "Application of Neural Network Techniques to Automatic License Plate Recognition". 'European Convention on Security and Detection', 16-18 May 1995, Conference publication No. 408, IEEE 1995.
- [6] ZHOU, JIE. GAO DA-SHAN. "Car License Plates Detection from Complex Scene". Department of Automation, Tsinghua University. IEEE 2000.

AUTORES

PAOLA FERNANDA GUZMÁN CASTILLO.

Ingeniera Electrónica (2001) de la Universidad Industrial de Santander. Actualmente adelanta estudios en la Maestría en Potencia Eléctrica, Universidad Industrial de Santander. Su interés investigativo esta orientado al procesamiento digital de señales y de imágenes. paolaguzmanc@hotmail.com

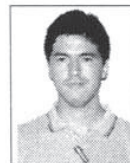


JORGE ALBERTO MEDINA VILLALOBOS.

Ingeniero Electrónico (2002) Universidad Industrial de Santander. Su interés investigativo esta orientado al procesamiento digital de imágenes y redes de computadores. jamvillalobos@hotmail.com



OSCAR GUALDRÓN GONZÁLEZ. Obtuvo diplomas de Físico (1989), Ingeniero de Sistemas (1994), M.Sc en Física (1992) de la Universidad Industrial de Santander, y de Ph.D. en Física (1996) de la Université Laval. Es profesor de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Elec-



trónica y Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander desde 1995. Su interés investigativo incluye el reconocimiento de formas, procesado óptico de información y redes neuronales. gualdron@uis.edu.co

Uno de los obsequios más hermosos que se le puede hacer a un ser humano es hacerle comprender que confiamos en él.

Scott
